

г/(м²•д) и 0,6 г/(м²•д) соответственно [5].

Для оценки способности ряски очищать воду в природных условиях в водоеме с ряской за корпусом ТГУ были взяты три образца воды. Первый образец был взят 15 августа 2016 г., следующие два – с интервалом в две недели. За месяц в этом водоеме концентрация ионов аммония уменьшилась в 33 раза, полифосфатов в 63 раза, значение ХПК в 13 раз (рис. 1).

Список литературы

1. Landolt E., Kandeler R. *Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae) (vol. 4) // The family of Lemnaceae—a monographic study, 1987.— Т.2.— С.211–34.*
2. Xu J., Shen G. *Growing duckweed in swine wastewater for nutrient recovery and biomass production // Bioresource Technology, 2011.— Т.102.— №2.— С.848–853.*
3. Mohedano R.A. et al. *High nutrient removal rate from swine wastes and protein biomass production by full-scale duckweed ponds // Bioresource Technology, 2012.— Т.112.— С.98–104.*
4. Cheng J. et al. *Nutrient recovery from swine lagoon water by Spirodela punctata // Bioresource Technology, 2002.— Т.81.— №1.— С.81–85.*
5. Cheng J. et al. *Nutrient removal from swine lagoon liquid by Lemna minor 8627 // Transactions of the ASAE, 2002.— Т.45.— №4.— С.1003.*

СПОСОБЫ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ НЕФТЕСОРБЕНТОВ

Т.А. Гесс, А.В. Егошина, Е.А. Жидкова, Д.Ю. Попова, О.П. Маркушенко
Научный руководитель – к.х.н., доцент О.В. Ротарь

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, rotarov@tpu.ru

Растительные природные материалы, солома, шелуха злаков, опилки, торф уже давно применяются для ликвидации аварийных разливов нефти [1]. Несмотря на разнообразие природных сорбентов надо отметить высокое влагопоглощение и сравнительно низкую нефтеемкость по сравнению с полимерным и неорганическим сорбентам. Целлюлозосодержащие сорбенты имеют ряд преимуществ: дешевизна, доступность, способность к саморазрушению в окружающей среде. Однако сорбенты обладают сравнительно низкой сорбционной емкостью по отношению к нефти вследствие своей гидрофильности, которую обеспечивают функциональные групп целлюлозы.

Поэтому актуальной является задача создания высокоэффективных сорбентов на основе целлюлозы, обладающих гидрофобными свойствами, путем различных способов модификации с использованием доступных реагентов.

К основным методам модификации целлюлозосодержащих сорбентов относятся механические, физические, химические и физико-хи-

Для оценки параметров скорости роста ряски и поглощения ею питательных веществ из сточных вод в лабораторных условиях был поставлен эксперимент по выращиванию ряски *Lemna minor* на растворе сточных вод, полученных из метантенка при переработке коровьего навоза. Для роста ряски поддерживались оптимальная температура, освещенность и период освещения.

мические.

Из физических методов модифицирования нами было использовано воздействие высоких температур, замораживание, механоактивация.

Для изучения дисперсности частиц на сорбционную активность торф мох предварительно размалывали, а затем фракционировали с использованием сит.

Для повышения гидрофобности сорбентов основным направлением является модифицирование целлюлозосодержащих сорбентов, которая заключается в обработке химическими веществами: гидроксидом натрия, обработка органическими кислотами, карбонизация. Методом химической модификации сорбентов был проведен синтез сложных эфиров целлюлозы этерификацией гидроксильных групп действием органических и минеральных кислот. Сложный эфир целлюлозы проводили в диметилформамиде при температуре 70–80 °С в присутствии уксусного ангидрида. Соотношение реагирующих компонентов – 1 : 2,5. Нагрев вели в течение трех часов, после чего продукт отфильтровыва-

Таблица 1. Зависимость поглощения МГ от дисперсности сорбентов

Торф				Мох			
Исходный		Модифицированный		Исходный		Модифицированный	
Дисперсность	С МГ (мг/л)	Дисперсность	С МГ (мг/л)	Дисперсность	С МГ (мг/л)	Дисперсность	С МГ (мг/л)
0,14	11	0,14	76	0,14	36	0,14	77
0,5	13	0,5	30	0,5	33	0,5	90
1	7,0	1,0	19	1,0	35,2	1,0	99
1,4	1,0	1,4	1,0	1,4	29	1,4	83

ли, промывали водой и сушили. В ИК-спектре отметили появление полосы поглощения при 1730 см, характерной для ацетатной группы. Интенсивность полосы поглощения при 3400 см, соответствующей гидроксильной группе, заметно уменьшилась.

Обработка сорбентов проводилась 0,01–1 % раствором соляной кислоты. После чего выдерживали при комнатной температуре в течение часа, промывали до нейтрального значения рН среды и сушили в при температуре 100 °С до постоянного веса.

Предварительно увлажненные сорбенты (при модуле вода/сорбент 25, 50, 100) замораживали при температуре (–18 °С), после чего высу-

шивали при 100 °С.

В таблице 1 приведена адсорбционная емкость торфа и мха, обработанные 0,01–1 % раствором соляной кислоты. По снижению концентрации метиленового голубого (МГ) в водном растворе судили по изменению оптической плотности при длине волны 612 и 662 нм. на спектрофотометре Evolution – 201. Как видно из табл. 1 поглощение МГ увеличивается с уменьшением дисперсности частиц, причем мох обладает большей адсорбционной способностью по сравнению с торфом.

Таким образом, перспективным материалом является природный сорбент торфяной мох (*Sphagnum Dill.*)

Список литературы

1. Rotar O.V., Rotar V.G., Iskrizhitsky A.A., Sharipov Z.I., Pimenova A.S. Adsorption of hydrocarbons using natural adsorbents of plant origin [Electronic resources] // *Procedia Chemistry*, 2015.– Vol.15.– P.231–236.

РАЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

Б.Д. Гимаев

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Тихонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tichonovtpu@tpu.ru

Тепловые станции, работающие на твёрдом топливе, в частности на угле, вырабатывают три продукта: тепло, электроэнергию и золошлаковые материалы (ЗШМ). Причём, в заслугу тепловым станциям ставят только первые два продукта, а последний обычно причисляют к неизбежным отходам деятельности. Энергетикам не особенно интересно заниматься непрофильной деятельностью и вопросы, связанные с переработкой золошлаков возникают только в случаях, когда трудно их избежать. В частности, вопрос становится актуальным при переполнении очередного золоохранилища, возникновении

претензий со стороны контролирующих органов или при очередном всплеске интереса к материалу.

Многочисленные исследования по применению ЗШМ показали, что при правильном научно-технологическом подходе они представляют достаточно интересный техногенный материал с широкими возможностями применения. Основной ограничивающий фактор к применению – это крайне неоднородный физико-химический состав зольной залежи. Устранение неоднородности возможно путём разбора ЗШМ на составляющие компоненты. Одним из наиболее значи-